

DERWENT-ACC-NO: 2000-187407

DERWENT-WEEK: 200017

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Piezoelectric monostable relay

PATENT-ASSIGNEE: FUJI ELECTRIC CO LTD[FJIE]

PRIORITY-DATA: 1998JP-0194123 (July 9, 1998)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES MAIN-IPC		
JP 2000030593 A	January 28, 2000	N/A
015 H01H 057/00		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
JP2000030593A /	N/A	1998JP-0194123
July 9, 1998		

INT-CL (IPC): H01H057/00

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2000030593A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - A coiled spring (36) fixed to a spring clamp (100) applies the tensile force required to initiate the positioning of the fulcrum support. The inversion board then performs a snapping action based on the voltage coming from a piezoelectric actuator (7a), causing a movable contact (2) to either contact or move away from a stationary contact (4). DETAILED DESCRIPTION - A pair of stabilizers (37), fixed to a fulcrum support (200), stabilize the fulcrum position of an inversion board (34) without obstructing the actual inversion operations of the board. A coiled spring (36) fixed to a spring clamp (100) applies the tensile force required to initiate the positioning of

BEST AVAILABLE COPY

the fulcrum support.

USE - Piezoelectric monostable relay.

ADVANTAGE - Ensures sufficient conformity of power generated by piezoelectric actuator utilizing snapping action generated by coiled spring. Small-sized and lightweight due to simplified structure. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the block diagram of the piezoelectric monostable relay during ON and OFF conditions. (2) Movable contact; (4) Stationary contact; (7a) Piezoelectric actuator; (34) Inversion board; (36) Coiled spring; (37) Stabilizers; (100) Spring clamp; (200) Fulcrum support.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/21

TITLE-TERMS: PIEZOELECTRIC MONOSTABLE RELAY

DERWENT-CLASS: V03

EPI-CODES: V03-D05A;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2000-138917

(11)特許出願公開番号

特開2000-30593

(P2000-30593A)

(43)公開日 平成12年1月28日(2000.1.28)

(51) IntCl.⁷

識別記号

FI

テーマコード* (参考)

H0 1H 57/00

H01H 57/00

A

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平10-194123

(22)出願日 平成10年7月9日(1998.7.9)

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 吉本 博

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72)發明者 中山 伸一

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72)発明者 横山 勝治

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士重機株式会社内

(74) 代理人 100088339

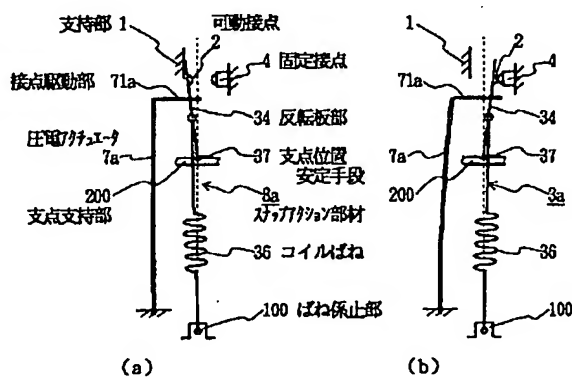
井理士 篠部 正治

(54)【発明の名称】 圧電式単安定リレー

(57) 【要約】

【課題】圧電アクチュエータの発生力とリレーの負荷力との整合性に優れ、小型軽量、構造簡単、特性安定、且つ安価な圧電式単安定リレーを供給する。

【解決手段】ばね材からなる一枚の板から形成した、反転板部34及びその下端外側に直角に接続されている1対の支点位置安定手段37と、コイルばね36とでスナップアクション部材3aが構成され、反転板部34の下端内側の1対の内脚片の先端が支点支持部200のV溝に挿入位置決めされ、支点位置安定手段37が支点支持部200に固定されている。反転板部34には、一端が固定されている湾曲式圧電アクチュエータ7aの先端に備えられている接点駆動部71aが結合されており、圧電アクチュエータ7aの電圧による湾曲変形によって反転板部34がスナップアクションして、ここに備えられている可動接点2を固定接点4にON/OFFさせる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】圧電アクチュエータによって作動されるばね機構のスナップアクションで可動接点を移動させて接点を開閉させる圧電式単安定リレーにおいて、
圧電アクチュエータが、その変位部に可動接点駆動部をもつ1つの湾曲式圧電アクチュエータであり、
ばね機構が、左右1対の支持部と両支持部を一体に接続する接続部とで「凹」字形に形成され、且つ接続部に孔を有している1枚の板材から形成された反転板と、コイルばねと、で構成され、

反転板には可動接点が備えられ、
反転板の支持部は、反転板と一体で形成され且つ反転板の反転動作を妨げないで反転動作の支点位置を安定させる支点位置安定手段によって保持され、
前記孔にコイルばねの一端が係止され、
コイルばねの他端部が、反転板の支持部の支点位置に押圧がかかるように引張力をかけられた状態で定位置に係止固定され、
圧電アクチュエータの接点駆動部が、その移動方向を反転板の反転動作方向に合わせられて反転板に接続されていることを特徴とする圧電式単安定リレー。

【請求項2】圧電アクチュエータによって作動されるばね機構のスナップアクションで可動接点を移動させて接点を開閉させる圧電式単安定リレーにおいて、
圧電アクチュエータが、その変位部に可動接点駆動部をもつ1つの湾曲式圧電アクチュエータであり、
ばね機構が、ばね機能をもつ中央脚片と、中央脚片の両側に位置する1対の支持部及び支持部と中央脚片とを一体に接続する接続部からなる反転板と、で構成され、且つ1枚の板材で「山」字形に形成され、
反転板には可動接点が備えられ、
反転板の支持部は、反転板と一体で形成され且つ反転板の反転動作を妨げないで反転動作の支点位置を安定させる支点位置安定手段によって保持され、
中央脚片の端部が、反転板の支持部の支点位置に押圧がかかるように引張力をかけられた状態で定位置に係止固定され、
圧電アクチュエータの接点駆動部が、その移動方向を反転板の反転動作方向に合わせられて反転板に接続されていることを特徴とする圧電式単安定リレー。

【請求項3】前記支点位置安定手段が、反転板の支持部の先端に一体に形成された、支持部に垂直でU字形の板ばね部とその先端に位置する固定部とからなることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の圧電式単安定リレー。

【請求項4】圧電アクチュエータによって作動されるばね機構のスナップアクションで可動接点を移動させて接点を開閉させる圧電式単安定リレーにおいて、
圧電アクチュエータが、その変位部に可動接点駆動部をもつ1つの湾曲式圧電アクチュエータであり、

ばね機構が、左右1対の脚部を備えた「凹」字形の外脚片と外脚片の脚部の端部に接続され且つ外脚片の内側に配置されている「凹」字形の反転板とで「凹」字の線の形状に形成された反転部材と、反転板の左右を一体化している部分に接続され且つ反転板の内側に配置されているコイルばねと、で構成され、
反転板には可動接点が備えられ、
外脚片の1対の脚部を一体化している接続部が定位置に固定され、

10 コイルばねの他端部が、引張力をかけられた状態で、上記定位置から反転部材をはさんだ反転部材の長さ方向における反対側の定位置に係止固定され、
反転板の中間部が反転板の両面に対向して配置されている支点によって保持され、
圧電アクチュエータの接点駆動部が、その移動方向を反転板の反転動作方向に合わせられて反転板に接続されていることを特徴とする圧電式単安定リレー。

【請求項5】圧電アクチュエータによって作動されるばね機構のスナップアクションで可動接点を移動させて接点を開閉させる圧電式単安定リレーにおいて、
圧電アクチュエータが、その変位部に可動接点駆動部をもつ1つの湾曲式圧電アクチュエータであり、
ばね機構が、左右1対の脚部を備えた「凹」字形の外脚片と外脚片の脚部の端部に接続され且つ外脚片の内側に配置されている「凹」字形の反転板とで「凹」字の線の形状に形成された反転部材と、反転板の内側に配置され且つ反転板の左右を一体化している部分に接続されているばね機能を有する中央脚片と、で構成され、且つ1枚の板材で形成され、

30 反転板には可動接点が備えられ、
外脚片の1対の脚部を一体化している接続部が定位置に固定され、
中央脚片の端部は、引張力をかけられた状態で、上記定位置から反転部材をはさんだ反転部材の長さ方向における反対側の定位置に係止固定され、
反転板の中間部が反転板の両面に対向して配置されている支点によって保持され、

圧電アクチュエータの接点駆動部が、その移動方向を反転板の反転動作方向に合わせられて反転板に接続されていることを特徴とする圧電式単安定リレー。

40 【請求項6】外脚片の一対の脚部に、ばね機能が備えられていることを特徴とする請求項4または請求項5に記載の圧電式単安定リレー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、圧電アクチュエータによって作動されるスプリング機構のスナップアクションで可動接点を移動させて接点を開閉させる圧電リレーに関する。

50 【0002】

3

【従来の技術】圧電リレーは接点を圧電アクチュエータによって駆動するリレーであり、単安定リレーとラッチ型リレーとに分類される。図16は従来技術による圧電式単安定リレーの1例を示す構成図であり、図17はその可動接点位置と力の関係を示す線図である。

【0003】この圧電式単安定リレーは、片持ち支持された板ばね6の先端に取り付けられた可動接点2と、この可動接点2に対向して配置されている固定接点4と、可動接点2及び固定接点4をリレー外部の電気回路に接続するための端子91及び92と、可動接点2を駆動するための片持ち支持された圧電アクチュエータ7とで構成されている。圧電アクチュエータ7は電圧の印加によって下方に湾曲変位し、板ばね6側に取り付けられている押し板71を介して板ばね6を押圧し、可動接点2を固定接点4側に移動させ固定接点4に接触させ、両接点間をON状態とする。接点間をOFF状態にする時には、圧電アクチュエータ7への印加電圧が切られ、圧電アクチュエータ7は元の平坦な状態に戻り、可動接点2は板ばね6に与えられている上方へのばね力によって上方へ変位し、固定接点4から離れる。なお、開閉動作を安定させるために、OFF状態においても、板ばね6は押し板71を上方に所定の圧力で押圧している。すなわち、予圧が加えられている。

【0004】次に、可動接点2の位置、すなわち接点間ギャップと圧電アクチュエータ7の発生力や接圧（可動接点2と固定接点4の接触部にかかっている圧力）等との関係を図17を用いて説明する。電圧OFF時、すなわち接点間ギャップが最大の時には、押し板71は固定接点4側とは反対の方向に板ばね6によって予圧（A点相当）を受け、可動接点2は図17における電圧OFF時位置 x_{off} にある。圧電アクチュエータ7に電圧が印加され、圧電アクチュエータ7の発生力が予圧を上回ると、可動接点2は固定接点4側へ移動し始める。この場合に圧電アクチュエータ7にかかる負荷力は、板ばね6の剛性で決まり、可動接点2が固定接点4に近づくにつれて増加する（AB間に相当）。可動接点2が固定接点4に接触すると、板ばね6は両持ち梁の状態となり、その剛性が更に増加し、固定接点位置 x_{on} における圧電アクチュエータ7の発生力（D点相当）と片持ち梁状態における板ばね6の負荷力（B点相当）との差に相当する接圧で、可動接点2と固定接点4とが接触状態となる。

【0005】この接圧は、リレーが外部振動等の外力を受けた場合にも接点間の完全な接触状態を維持させるために与えられるものであり、リレーの特性仕様の一つである。実際の圧電式単安定リレーにおいては、仕様接圧（BE相当）にばらつき等を考慮したマージン（ED相当）を加えて接圧（BD相当）が設計される。同様に、電圧OFF状態においても、外部振動等の外力を受けた場合に接点間が接近接触しないように予圧が加えられている。

4

【0006】図17に示したように、この圧電式単安定リレーにおいては、可動接点2が x_{off} から x_{on} 位置に移動することによって、板ばね6の負荷力は増加し、圧電アクチュエータ7の発生力は減少し、更に予圧も必要であるので、必要な接圧を得るためには、 x_{on} 位置における発生力よりずっと大きな x_{off} 位置における発生力をもつ圧電アクチュエータ7が必要となる。

【0007】このように、図16に示した圧電式単安定リレーは、圧電アクチュエータの発生力を有効に接圧として利用できていない、言い換えれば圧電アクチュエータの発生力と負荷力との整合性が悪い圧電式単安定リレーである。圧電アクチュエータの発生力と負荷力との整合性が良い圧電リレーとしては、図18に示すようなラッチ型リレーがある。このラッチ型リレーは実開昭62-62739号公報に開示されているもので、図18はその構成を示す斜視図であり、図19は、その動作を示し、(a)は第1の固定接点41から第2の固定接点42に切り換える動作を示す平面図、(b)はその逆の動作を示す平面図である。

【0008】このラッチ型リレーはばね機構によるスナップアクションを利用しており、接圧及び予圧はスナップアクション部材3によって発生させ、スナップアクションの駆動用として圧電素子81及び82が用いられている。L字形に形成された反転部材31は、L字の湾曲部にある回転支持部311においてベース10に回転自在に支持されている。その横方向の端部には、所定の間隔をおいて対向する2つの圧電素子、第1の圧電素子81及び第2の圧電素子82が配置されている。反転部材31の縦方向の端部にはアーム部33が取り付けられ、その先端部には可動接点20が設けられており、この可動接点20に対向して2つの固定接点、第1の固定接点41及び第2の固定接点42が配置されている。反転部材31のアーム部33の取り付け部と回転支持部311との中間位置には、反転部材31をスナップアクションさせるためのラッチばね32の一端が係止され、ラッチばね32の他端はベース10の所定位置に係止されている。2つの圧電素子81及び82の反転部材31に対向している面にはそれぞれに力伝達部材83及び84が設けられており、これに対向する反転部材31には飛行部材312が設けられている。

【0009】反転部材31は、ラッチばね32に引っ張られて、ラッチばね32の係止位置と回転支持部311との位置関係により左右いずれかに傾斜し、その結果として、可動接点20が第1の固定接点41あるいは第2の固定接点42のいずれかに接触・押圧される。可動接点20を図19

(a)の状態（可動接点20と第1の固定接点41とが接触している状態）から図19(b)の状態（可動接点20と第2の固定接点42とが接触している状態）へ切り換える場合には、第1の圧電素子81に電圧を印加して矢印C2の方向に第1の圧電素子81を高速に伸長させ、力伝達部材83によって飛行部材312を下方に高速で押圧変位させ、反

転部材31が中立点(ラッチばね32と回転支持部311とが重なる位置)を過ぎる位置まで反転部材31を回転させ、ラッチばね32の力によって反転部材31を反対側へ傾斜させ、図19(b)の状態とする。逆の方向に切り換える場合には、第2の圧電素子82に電圧を印加して矢印C1の方向に第2の圧電素子82を伸長させる。

【0010】このラッチ型リレーでは、2つの伸縮式の圧電アクチュエータが用いられているが、湾曲式圧電アクチュエータを用いたラッチ型リレーの例としては実開昭63-80750号公報に開示されているものがある。この例においては1つの湾曲式圧電アクチュエータが使用され、印加電圧の極性を切り換えることによって湾曲式圧電アクチュエータをいずれかの側へ湾曲させ、その湾曲によってばね機構のスナップアクションを駆動している。このような湾曲式圧電アクチュエータでばね機構をスナップアクションさせる方式では、スナップアクションを開始させる位置までばね機構を変位させればよく、しかも変位の初期に必要な発生力が大きく、スナップアクションする直前にはほとんど発生力が必要でなくなるので、圧電アクチュエータに要求される発生力と負荷力との整合性はよい。

【0011】ところが、ばね機構のスナップアクションを湾曲式圧電アクチュエータで駆動する場合には、次の2つが大きな問題点となる。すなわち、スナップアクション部の支点の位置ずれ及びスナップアクション部の摩擦係数である。図20は、湾曲式圧電アクチュエータの必要発生力が支点の位置ずれによって増加する状況を示した図であり、図21は、湾曲式圧電アクチュエータの必要発生力が摩擦係数によって増加する状況を示した図である。

【0012】支点の位置ずれは、例えば、圧電アクチュエータがばね機構をスナップアクションさせるために加えた力によって発生する。図20に示すように、この支点の位置ずれ量(図20では支点ずれ量)によって、負荷力を示す線が、負荷力-1の線から負荷力-2の線に変わる。その結果として、圧電アクチュエータが必要とする発生力が発生力-1の線から発生力-2の線に変わり、発生力の大きな圧電アクチュエータが必要となり、しかも、得られる接圧がP(1)からP(2)まで減少する。

【0013】摩擦係数が存在する場合も同様であり、圧電アクチュエータが必要とする発生力が発生力-1の線から発生力-3の線に変わり、発生力の大きな圧電アクチュエータが必要となり、得られる接圧がP(1)からP(3)まで減少する。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】この発明の課題は、上記のような従来技術による圧電式単安定リレーの問題点である圧電アクチュエータの発生力と負荷力との整合性の悪さを解消することができ、支点位置ずれ及び摩擦係数の問題が小さく、小型軽量、構造簡単、特性安定、かつ安価な圧電式単安定リレーを供給することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】この発明においては、圧電アクチュエータによって作動されるばね機構のスナップアクションで可動接点を移動させて接点を開閉させる圧電式単安定リレーにおいて、圧電アクチュエータがその変位部に可動接点駆動部をもつ1つの湾曲式圧電アクチュエータであり、ばね機構が、左右1対の支持部と両支持部を一体に接続する接続部とで「凹」字形に形成され且つ接続部に孔を有している1枚の板材から形成された反転板と、コイルばねとで構成され、反転板には可動接点が備えられ、反転板の支持部は、反転板と一体で形成され且つ反転板の反転動作を妨げないで反転動作の支点位置を安定させる支点位置安定手段によって保持され、前記孔にコイルばねの一端が係止され、コイルばねの他端部が、反転板の支持部の支点位置に押圧がかかるように引張力をかけられた状態で定位置に係止固定され、圧電アクチュエータの接点駆動部が、その移動方向を反転板の反転動作方向に合わせられて反転板に接続されている(請求項1の発明)。

【0016】ばね機構のスナップアクションを利用しているために、圧電アクチュエータの発生力と負荷力との整合性がよく、反転板の支持部は支点位置安定手段によって保持されているので、支点位置は安定しており反転動作を妨げる摩擦係数等も非常に小さく、反転板が1枚の板材から形成されるので部品点数も少なくなる。また、圧電アクチュエータによって作動されるばね機構のスナップアクションで可動接点を移動させて接点を開閉させる圧電式単安定リレーにおいて、圧電アクチュエータがその変位部に可動接点駆動部をもつ1つの湾曲式圧電アクチュエータであり、ばね機構が、ばね機能をもつ中央脚片と、中央脚片の両側に位置する1対の支持部及び支持部と中央脚片とを一体に接続する接続部からなる反転板と、で構成され、且つ1枚の板材で「山」字形に形成され、反転板には可動接点が備えられ、反転板の支持部は、反転板と一体で形成され且つ反転板の反転動作を妨げないで反転動作の支点位置を安定させる支点位置安定手段によって保持され、中央脚片の端部が、反転板の支持部の支点位置に押圧がかかるように引張力をかけられた状態で定位置に係止固定され、圧電アクチュエータの接点駆動部がその移動方向を反転板の反転動作方向に合わせられて反転板に接続されている(請求項2の発明)。

【0017】請求項1の発明のコイルばねに替えて、ばね機能を有する中央脚片を反転板と同じ板材から一体に形成しているので、部品点数がより少なくなる。請求項1の発明または請求項2の発明において、前記支点位置安定手段が、反転板の支持部の先端に一体に形成された、支持部に垂直でU字形の板ばね部とその先端に位置する固定部とからなる(請求項3の発明)。

【0018】このような形状の支点位置安定手段におい

て、U字形の板ばね部は、反転板の回転に対しては剛性が小さく、位置ずれに対しては剛性が大きい。しかも、このような形状の部材は反転板と同じ板材から容易に形成することができる。更に、圧電アクチュエータによって作動されるばね機構のスナップアクションで可動接点を移動させて接点を開閉させる圧電式単安定リレーにおいて、圧電アクチュエータがその変位部に可動接点駆動部をもつ1つの湾曲式圧電アクチュエータであり、ばね機構が、左右1対の脚部を備えた「凹」字形の外脚片と外脚片の脚部の端部に接続され且つ外脚片の内側に配置されている「凹」字形の反転板とで「凹」字の線の形状に形成された反転部材と、反転板の左右を一体化している部分に接続され且つ反転板の内側に配置されているコイルばねと、で構成され、反転板には可動接点が備えられ、外脚片の1対の脚部を一体化している接続部が定位位置に固定され、コイルばねの他端部が、引張力をかけられた状態で、上記定位位置から反転部材をはさんだ反転部材の長さ方向における反対側の定位位置に係止固定され、反転板の中間部が反転板の両面に対向して配置されている支点によって保持され、圧電アクチュエータの接点駆動部が、その移動方向を反転板の反転動作方向に合わせられて反転板に接続されている（請求項4の発明）。

【0019】上記「凹」字の線の形状に形成された反転部材は、反転板の中間部を支点としてスナップアクションするので、支点位置は安定しており反転動作を妨げる摩擦等も非常に小さくなる。加えて、請求項1の発明と同様に、反転部材が1枚の板材から形成できるので部品点数も少なくなる。また、圧電アクチュエータによって作動されるばね機構のスナップアクションで可動接点を移動させて接点を開閉させる圧電式単安定リレーにおいて、圧電アクチュエータがその変位部に可動接点駆動部をもつ1つの湾曲式圧電アクチュエータであり、ばね機構が、左右1対の脚部を備えた「凹」字形の外脚片と外脚片の脚部の端部に接続され且つ外脚片の内側に配置されている「凹」字形の反転板とで「凹」字の線の形状に形成された反転部材と、反転板の内側に配置され且つ反転板の左右を一体化している部分に接続されているばね機能を有する中央脚片とで構成され、且つ1枚の板材で形成され、反転板には可動接点が備えられ、外脚片の1対の脚部を一体化している接続部が定位位置に固定され、中央脚片の端部は、引張力をかけられた状態で、上記定位位置から反転部材をはさんだ反転部材の長さ方向における反対側の定位位置に係止固定され、反転板の中間部が反転板の両面に対向して配置されている支点によって保持され、圧電アクチュエータの接点駆動部が、その移動方向を反転板の反転動作方向に合わせられて反転板に接続されている（請求項5の発明）。

【0020】請求項4の発明のコイルばねに代えて、ばね機能を有する中央脚片を反転部材と同じ板材から一体に形成しているので、部品点数がより少なくなる。請求

項4の発明または請求項5の発明において、外脚片の1対の脚部に、ばね機能が備えられている（請求項6の発明）。コイルばねあるいは中央脚片のばね機能に加えて、外脚片にもばね機能をもたせることによって、反転板の反転動作の支点位置がより定点化する。

【0021】

【発明の実施の形態】この発明による圧電式単安定リレーは、1つの湾曲式圧電アクチュエータによって、ばね機構をスナップアクションさせることを基本動作とし、スナップアクションの支点の安定化と低摩擦化がポイントである。以下において、この発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。

【0022】なお、従来技術と同じ機能の部分については同じ符号を用いた。〔第1の実施例〕図1はこの発明による圧電式単安定リレーの第1の実施例の概念構成と動作を示し、(a)はOFF状態の構成図、(b)はON状態の構成図である。図2は、第1の実施例のスナップアクションするばね機構（以下ではスナップアクション部材と呼ぶ）3a及びその近傍の斜視図であり、図3はスナップアクション部材3aの支点位置安定手段37の形状を示す平面図、図4はスナップアクション部材3aの内脚片342の先端の形状及び保持状態を示す側面図である。

【0023】この圧電式単安定リレーは、一端を固定され、他端に接点駆動部71aを設けられた湾曲式の圧電アクチュエータ7aと、その圧電アクチュエータ7aの電圧印加による湾曲によってスナップアクションさせられるスナップアクション部材3aとを備えている。スナップアクション部材3aは、りん青銅などのばね材からなる板から打ち抜かれて成形された反転板部34及び支点位置安定手段37と、コイルばね36とで構成されている。

【0024】その構成を更に詳しく説明すると、図2及び図3に示すように、「凹」字形を倒立させた形状をもつ反転板部34と、その両外側下部に垂直且つ一体に形成されているU字形部372、接続部373及び保持部371からなる1対の支点位置安定手段37と、反転板部34の中央部の丸孔343に係止されているコイルばね36とで、スナップアクション部材3aは構成されている。

【0025】反転板部34の両下部内側には1対の内脚片342が形成されており、その先端は、図4に示されているように、支点支持部200に形成されているV溝201にはめ込まれて、反転板部34の水平方向を位置決めしている。このように位置決めされた状態で、支点位置安定手段37の保持部371がねじ止め等の方法によって支点支持部200に固定され、丸孔343に係止されているコイルばね36の他端が引張力をかけられて、ばね係止部100に係止されている。したがって、1対の内脚片342の先端が反転板部34のスナップアクションの支点となり、この位置を中心として反転板部34が揺動回転する。反転板部34の揺動回転する部分の一部には可動接点2が備えられ、他の一部には圧電アクチュエータ7aの接点駆動部71aが

接続されている。

【0026】このように構成された単安定リレーにおいては、コイルばね36の引張力によって、反転板部34は、内脚片342の先端を支点にして左右にスナップアクションをし、左側にスナップアクションした場合には支点部1に支持され、右側にスナップアクションした場合には固定接点4に支持される。支点部1に支持された状態がOFF状態に相当し、図1(a)の状態である。この状態においては、コイルばね36の引張力による左向きの力がほぼ予圧を決める。圧電アクチュエータ7aに所定の電圧が印加されると、圧電アクチュエータ7aが右側に湾曲して接点駆動部71aを右へ移動させ、スナップアクション部材3aが右側へスナップアクションする。可動接点2が固定接点4に支持接触した状態がON状態に相当し、図1(b)の状態である。この状態においては、コイルばね36の引張力による右向きの力がほぼ接圧を決める。

【0027】内脚片342の先端は、V溝201内で行われるかぎり支点位置を安定化させ且つ回転時の摩擦力を小さくするために、図4(a)に示すように丸められたり、(b)に示すように尖らされたりしている。実施例の形状寸法の一例を示すと、反転板部34の板厚は0.2mm、大きさは10mm×10mmである。なお、反転板部34の剛性を高めるために、反転板部34の両側は直角に折り曲げられている。

【0028】ここで、図3に示した構造の支点位置安定手段37が有効であることを、図3に示した寸法に基づいて説明する。反転板部34が回転する場合には、支点位置安定手段37のU字形部372及び接続部373は、U字形部372及び接続部373の中心長さに相当する長さ d_2 、板幅 d_1 、板厚 t の梁のねじり剛性に相当する剛性をもち、その剛性は十分に小さく、反転板部34の回転を妨げるほどの大きさにはならない。一方、支点ずれ、すなわち、図3の紙面における上下への移動に対しては、支点位置安定手段37のU字形部372及び接続部373は、長さ d_3 、板幅 t 、板厚 d_4 の梁の曲げ剛性に近い剛性を有し、その剛性は十分に大きく、反転板部34の支点の移動を防止する。言い換えれば、反転板部34の回転に対しては、長さが長く薄い梁のねじりとなるように構成し、支点ずれに対しては、板厚が厚く短い梁の曲げとなるように構成して、反転板部34の回転負荷を小さくし、支点ずれを防止しているのである。なお、上記の説明においては、 $d_3 \approx 2d_1$ としている。

【0029】この実施例においては、反転板部34の回転の支点位置が支点位置安定手段37及び内脚片342の先端の形状によって安定化されるため、支点ずれに伴う圧電アクチュエータ7aの必要発生力の増加及びばらつきが小さくなり、更に、内脚片342の先端の形状の最適化によって摩擦に伴う圧電アクチュエータ7aの必要発生力の増加及びばらつきも小さくなった。実際の効果としては、内脚片342の先端を切りっぱなしの形状とし、支点

位置安定手段37を設けない場合に比べて、この実施例においては、支点ずれの大きさが約1/5程度まで減少し、その影響を問題にすることが必要ではなくなった。すなわち、図20及び図21における発生力-1に近い特性が得られたのである。

【0030】〔第2の実施例〕この実施例は、第1の実施例におけるコイルばね36を、反転板部34と一体で形成したばね機能を有する中央脚片35に代えたものである。図5はこの実施例の概念構成と動作を示し、(a)はOFF状態の構成図、(b)はON状態の構成図であり、図6はこの実施例のスナップアクション部材3b及びその近傍の斜視図である。

【0031】第1の実施例におけるコイルばね36を、反転板部34と一体で形成したばね機能を有する中央脚片35に代えた点を除けば、構成及び機能は全て第1の実施例と同じであるので、中央脚片35のみを説明する。中央脚片35は、りん青銅などのばね材からなる板から反転板部34a及び支点位置安定手段37と一体で打ち抜かれた後、その中央部がV字形に成形され、ばね機能を付与されている。

【0032】この実施例においては、別部材としてのコイルばねが中央脚片35として反転板部34a及び支点位置安定手段37と一体で形成されるので、部品点数が低減し、組み立て作業が簡単となる。組み立て方法としては、第1の実施例と同様に、反転板部34aの支点位置を位置決めして保持部371を支点保持部200に固定した後、中央脚片35の先端をばね係止部100に係止すればよい。

【0033】〔第3の実施例〕この実施例は、圧電アクチュエータの発生力と必要な負荷力との整合性を第1の実施例の場合より更に高めたものである。具体的には、スナップアクション部材の反転板部と圧電アクチュエータの接点駆動部とを遊びのある結合方法で接続して、スナップアクションの中立点を僅かに越えるところまで反転板部を接点駆動部で回転させるようにし、その後は、スナップアクションのみで反転板部を固定接点4あるいは支持部1まで回転させ、予圧及び接圧はスナップアクションにより発生する力のみで発生させるものである。

【0034】図7は、第3の実施例の構成と動作を示し、(a)はOFF状態の構成図、(b)はその接点駆動部71b近傍の構成図、(c)はスナップアクション部材3cが中立点に到達した場合の構成図、(d)はその接点駆動部71b近傍の構成図、(e)はON状態の構成図、(f)はその接点駆動部71b近傍の構成図である。図8(a)はスナップアクション部材3cの構成図、図9(a)は接点駆動部71bと反転板部34bとの接続構造を示す構成図、図10は第3の実施例における可動接点位置と力の関係を示す線図である。

【0035】この実施例では、接点駆動部71b と反転板部34b とが固く結合されないで、遊びのある結合方法で

11

結合されているので、この点に主眼をおいて説明する。両者が遊びのある結合方法で結合されるのは、上述したように、圧電アクチュエータの発生力と必要な負荷力との整合性をより高めるためである。この実施例のスナップアクション部材3cは中央脚片35をもつタイプの部材である。その反転板部34bの右側上部には、図8(a)に示すように、駆動力受カピン341が形成されている。また、圧電アクチュエータ7aの接点駆動部71bには、図7(b)等に示すような、駆動力受カピン341を挿入する窓711が形成されている。

【0036】反転板部34bの駆動力受カピン341は、圧電アクチュエータ7aの接点駆動部71bに設けられた窓711に嵌め込まれており、駆動力受カピン341と窓711との位置関係及び窓711の大きさは、図7(b)、(d)及び(f)に示す通りである。更に詳しく説明すると、OFF状態である図7(a)及び(b)に相当する場合には、反転板部34bの上端は支持部1によって支持され、圧電アクチュエータ7aは湾曲しない状態にあり、窓711の左側は駆動力受カピン341と僅かな間隙を有する状態にある。この状態で圧電アクチュエータ7aに電圧が印加されると、圧電アクチュエータ7aは右側に湾曲し、窓711の左側が駆動力受カピン341に接触して駆動力受カピン341を右側へ押圧し、右側へ移動させる。この移動によって、スナップアクション部材3cが中立点に達した状態が図7(c)及び(d)である。この点を僅かに越え、スナップアクション部材3cはスナップアクションによって右側へ回転し、可動接点2が固定接点4に接触支持され、スナップアクションは止まる。この状態が図7(e)及び(f)である。

【0037】窓711の大きさは、この中立点からのスナップアクションを妨げないような幅をもつように設定されている。ただし、電圧をOFFにした場合には、圧電アクチュエータ7aが元の湾曲しない状態に戻ることに、窓711の右側が駆動力受カピン341を左側へ押圧し、中立点を越えさせてOFF状態にスナップアクションさせることが必要であるから、その条件を満たすためには窓711の幅が上限値をもつ。

【0038】上記のような動作をする第3の実施例の特性及び寸法について、図10を用いて説明する。図10における横軸は可動接点の位置であり、縦軸は力であり、太線は圧電アクチュエータ7aに要求される発生力を示し、細線はスナップアクション部材3cを用いたばね機構の負荷力を示している。なお、比較のために、第1の実施例における圧電アクチュエータに要求される発生力を破線で示した。

【0039】圧電アクチュエータ7aの発生力は、ばね機構を駆動するためにばね機構の負荷力よりマージン分だけ大きく設定されている。ばね機構のスナップアクションは圧電アクチュエータ7aによって妨げられないので、支持部1に支えられた位置(図10ではストッパ位置

12

x_s)におけるばね機構の負荷力が予圧を与え、固定接点位置 x_{on} におけるばね機構の負荷力が接圧を与える。したがって、ばね機構の両位置における負荷力を仕様の予圧及び接圧に合わせて設定しておけば、製品の予圧及び接圧は圧電アクチュエータ7aの特性のばらつきの影響を受けない。

【0040】更に、圧電アクチュエータ7aに求められる変位量は、 x_0 x_1 間の距離に相当し、第1の実施例における圧電アクチュエータに相当する x_0 x_3 間の距離に比べて大幅に小さくなる。窓711の幅は遊び相当分 x_0 x_2 間の距離に駆動力受カピン341の厚さを加えた値となる。なお、図10は、左右のスナップアクションが同じ幅である場合、すなわち、 x_0 x_1 間の距離と x_2 x_3 間の距離とが同じである場合に相当し、予圧と接圧がほぼ同じになっている。しかし、単安定リレーに要求される予圧と接圧とは必ずしも同じではなく、予圧に比べて2倍程度の接圧が要求される場合もある。このような場合には、スナップアクションの中立点をそれに合わせて移動させ、仕様に合う予圧と接圧に調節することが必要である。接圧の方を大きくする場合には、図7におけるばね係止部100の位置を右側へずらせばよい。このような場合には、変位量の大きい側の変位量を確保してスナップアクションさせるために、圧電アクチュエータ7aに要求される発生力と変位量が大きくなる。

【0041】以上の説明から明らかなように、この発明によれば、圧電アクチュエータの発生力とばね機構の負荷力との整合性が更に良くなり、圧電アクチュエータの必要変位量が小さくて済むので、圧電アクチュエータが小形化でき、しかも、仕様予圧及び仕様接圧に対する製品の予圧及び接圧のばらつきを小さくすることができ、特性の安定した圧電式単安定リレーを安価に提供することができる。

【0042】〔第4の実施例〕図8(b)は、第4の実施例に用いられているスナップアクション部材3dを示している。全体の構成は、図7に示した第3の実施例の場合と同様である。この実施例では、スナップアクション部材3dが、板材から打ち抜きで形成された1枚の反転板部34cと、両端に係止部361及び362をもつコイルばね36とで構成されている。反転板34cは、第3の実施例におけるスナップアクション部材3cから中央脚片35を除去し、コイルばね36に係止するための丸孔343を形成した形状に形成されている。

【0043】組み立て方法としては、反転板34cの丸孔343にコイルばね36の係止部361に係止する点を追加するだけで、後は第3の実施例と同じである。また、この構成における効果や特長も第3の実施例と同様である。以上の2つの実施例においては、反転板部34bあるいは反転板34cに駆動力受カピン341を設けて、この部分で接点駆動部71bの窓711と接続したが、中央脚片35あるいはコイルばね36と、同様な接続方法で接続しても、同

13

様の効果を発揮することができる。但し、その場合には、窓の大きさや圧電アクチュエータの変移量を見直すことが必要である。また、接点駆動部71aの窓711を切り込みに代えることができるし、可動接点2や駆動力受カピン341の位置が上述の位置に限定されないことは言うまでもないであろう。

【0044】〔第5の実施例〕この実施例は、第3の実施例あるいは第4の実施例とは別の、接点駆動部とスナップアクション部材との接続構造に関するものであり、図9(b)は、その接続構造を示す構成図である。前2つの実施例の接続構造の構成図である図9(a)と比較するとその違いが分かるであろう。

【0045】この接続構造は、接点駆動部71cに細軸部712を設け、この細軸部712を反転板部34cに設けた窓344に嵌め込んで、接点駆動部71cと反転板部34cとを遊びのある接続構造に接続したものである。前の実施例における窓711の幅に相当するのが細軸部712の長さであり、効果は前の2つの実施例と全く同じである。この実施例においても、接続位置を反転板部34cに代えて中央脚片35あるいはコイルばね36とすることができるし、窓344を切り込みに代えることもできる。

【0046】〔第6の実施例〕図11(a)は第6の実施例のスナップアクション部材3eの反転板部34dを示す構成図であり、図12はこの実施例の効果を説明するための図で、(a)は第4の実施例におけるON状態の要部構成図、(b)はこの実施例におけるON状態の要部構成図であり、図13はこの実施例における可動接点位置と力の関係を示し、(a)は固定接点位置を一定とした場合の線図、(b)は反転板停止位置を一定とした場合の線図である。

【0047】この実施例が第3の実施例あるいは第4の実施例と異なる点は、反転板部34dが上部から下部に向かう分離溝346によって2つの領域に分離されて、接点保持片345が形成され、その接点保持片345の上端近くに可動接点2が取り付けられていることである。この接点保持片345は、その細長い形状のために、可動接点2が固定接点4に接触した状態では、コイルばねによる引張力(図12ではばね張力)を受けて、図12(b)に示すように湾曲する。その結果として、反転板部34dは図7(a)に示した第3の実施例の場合より更に右側へ回転する。すなわち、第3の実施例の回転角 θ_a とこの実施例の回転角 θ_b とを比較すると、

$$\theta_a < \theta_b$$

となる。

【0048】($\theta_b - \theta_a$)は、接点保持片345の剛性で決まり、剛性が大きい場合には小さく、剛性が小さい場合には大きくなる。この実施例の特性上の特長を図13を用いて説明する。図13(a)は固定接点位置 x_{on} を一定とし、剛性の異なる2つの接点保持片の場合を示している。反転板部が停止する位置(図の反転板停止位置)

14

は、接点保持片の変形に伴う発生力とばね機構の発生力とが釣り合う位置であり、剛性の大きい接点保持片の場合には x_A となり、剛性の小さい接点保持片の場合には x_B となり、共に x_{on} より大きく回転した位置になる。この回転角が大きくなることに伴って、接圧も第3の実施例あるいは第4の実施例の場合の P_0 から P_1 、 P_2 と大きくなる。したがって、この実施例によれば、固定接点位置を変えないで、より大きな接圧を得ることができる。言い換えれば、同じ接圧を得るためには、より発生力の小さい圧電アクチュエータに代えることができる。

【0049】図13(b)は反転板停止位置が x_{on} になるように固定接点位置 x_D を調節した場合、すなわち接圧が一定値 P_0 である場合、を示している。この場合には、接点保持片が湾曲する分だけ固定接点位置 x_D を内側に寄せることができる。内側に寄せることができることによって、接点が消耗しても接圧をある程度の値に維持することができる。この効果について更に詳しく説明する。

【0050】第3の実施例あるいは第4の実施例の場合において、接点が消耗すると、反転板部34dは、すぐに窓711の右側に接触保持されるようになって接圧が低下し、更に接点が消耗すると接点が接触しなくなる。しかし、図13(b)の場合には、接点が消耗して固定接点位置 x_D が右へずれてきても、 x_D が反転板停止位置 x_{on} に重なるまでは接圧が徐々に減少し、不接触の状態にはならない。したがって、寿命までに予想される接点の消耗量と必要な接圧とによって初期の固定接点位置、すなわち接点保持片の剛性、を決めれば、接点の消耗による接圧不足及び不接触が発生することはなくなる。

【0051】〔第7の実施例〕図11(b)は第7の実施例のスナップアクション部材3fの反転板部34eを示す構成図である。この実施例は、第6の実施例のコイルばねを中央脚片35に置き換えたものであり、他の構成及び特性、効果は第6の実施例と全く同じである。第6及び第7の実施例においては、分離溝346は反転板部の上部から下部に向かって形成されているが、接点保持片345が適当な剛性のばね機能をもつことが重要であるので、その形状は上記に限定されるものではない。

【0052】〔第8の実施例〕この実施例は、第1の実施例～第7の実施例とは異なり、スナップアクション部材の反転板部の長さ方向の中央部に支点を有し、支点にはスナップアクションさせるための引張力をかけないタイプの圧電式単安定リレーである。支点に引張力がかからないため、支点位置ずれ及び摩擦力の問題が全く無くなることが特徴である。

【0053】図14はこの実施例の構成と動作を示し、(a)はOFF状態の構成図、(b)はON状態の構成図であり、図15はこの実施例のスナップアクション部材3gの構成図である。スナップアクション部材3gをスナップアクションさせるのは、これまでの実施例と同様に、湾曲

式の圧電アクチュエータ7bに取り付けられている接点駆動部71dである。

【0054】この実施例におけるスナップアクション部材3gも、これまでの実施例と同様に、りん青銅などのばね材からなる板から打ち抜かれて形成される。スナップアクション部材3gは、図15に示したように、左右1対の脚部を備えた「凹」字形を倒立させた形状の外脚片38と、外脚片38の脚部の下端部に接続され且つ外脚片38の内側に配置されている「凹」字形を倒立させた形状の反転板部34gと、反転板部34gの内側に配置され且つ反転板の左右を一体化している部分に接続されているばね機能を有する中央脚片35aとで構成されている。反転板部34gの上部右側には可動接点2が取り付けられており、外脚片38の上部中央には取付孔382が形成され、中央脚片35aの中間部はV字形に屈曲加工されて、中央脚片35aにばね機能が付与され、中央脚片35aの端部には取付孔352が形成されている。

【0055】このようなスナップアクション部材3gの外脚片38の取付孔382が、単安定リレーのケース上部にある定位置、すなわち外脚片固定部300にねじ止めされ、中央脚片35aの取付孔352がケース下部にある定位置、すなわち中央脚片固定部400に係止され、スナップアクション部材3gには引張力がかけられている。反転板部34gの中央部は、両側から予圧をかけられた対向する支点500によって挟まれて支持されている。反転板部34gは、スナップアクション部材3gにかけられている引張力によって、支点500を中心としてスナップアクションする。

【0056】図14(a)は、圧電アクチュエータ7aに電圧が印加されていない状態、すなわちOFF状態を示している。圧電アクチュエータ7aに電圧が印加されると、圧電アクチュエータ7aが右に湾曲して接点駆動部71dを右に移動させ、その移動によって反転板部34gが支点500を中心として右回りに回転し、スナップアクションの中立点を僅かに越えた時点でスナップアクションして(b)の状態、すなわちON状態になる。電圧が切られた場合には、その逆の動きをしてOFF状態になる。

【0057】この実施例においてスナップアクション部材3gにかけられている引張力は、外脚片38で受けており、支点500では受けない。したがって、第1の実施例～第7の実施例のように、スナップアクションの支点であり且つ引張力を受けている内脚片342の先端のように摩擦力を発生することがなく、支点位置ずれも発生しない。したがって、特性の安定した単安定リレーを得ることができる。

【0058】なお、この構造の単安定リレーにおいても、中央脚片35aをコイルばねに代えることはできるし、反転板部34gと接点駆動部71dとを遊びのある結合方法で結合することも有効であり、更には、可撓性の接点保持片を形成することも有効である。更に、外脚片38

の左右の脚部をV字形に屈曲加工して外脚片38にもばね機能をもたせることも有効である。この場合には、中央脚片35aのばね機能との相乗作用によって反転板部34gの長さ方向にかかる力が低減され、支点500の安定性が更によくなる。

【0059】以上の全ての実施例におけるスナップアクション部材3a～3gは、ばね材からなる板から打ち抜かれた一体の部材あるいはその部材とコイルばねとの組み合わせであるから、その製作も簡単であり、部品点数も少なく、組み立ても容易であり、これらの点からも圧電式単安定リレーを安価に提供することができる。

【0060】

【発明の効果】この発明によれば、圧電アクチュエータによって作動されるばね機構のスナップアクションで可動接点を移動させて接点を開閉させる圧電式単安定リレーにおいて、圧電アクチュエータがその変位部に可動接点駆動部をもつ1つの湾曲式圧電アクチュエータであり、ばね機構が、左右1対の支持部と両支持部を一体に接続する接続部とで「凹」字形に形成され且つ接続部に孔を有している1枚の板材から形成された反転板と、コイルばねとで構成され、反転板には可動接点が備えられ、反転板の支持部は、反転板と一体で形成され且つ反転板の反転動作を妨げないで反転動作の支点位置を安定させる支点位置安定手段によって保持され、前記孔にコイルばねの一端に係止され、コイルばねの他端部が、反転板の支持部の支点位置に押圧がかかるように引張力をかけられた状態で定位置に係止固定され、圧電アクチュエータの接点駆動部が、その移動方向を反転板の反転動作方向に合わせられて反転板に接続されている。

【0061】ばね機構のスナップアクションを利用しているために、圧電アクチュエータの発生力と負荷力との整合性がよく、反転板の支持部は支点位置安定手段によって保持されているので、支点位置は安定しており反転動作を妨げる摩擦力等も非常に小さく、反転板が1枚の板材から形成されるので部品点数も少なくなる。したがって、圧電アクチュエータの発生力と負荷力との整合性の悪さを解消することができ、支点位置ずれ及び摩擦力の問題が小さく、小型軽量、構造簡単、特性安定、かつ安価な圧電式単安定リレーを供給することができる(請求項1の発明)。

【0062】また、圧電アクチュエータによって作動されるばね機構のスナップアクションで可動接点を移動させて接点を開閉させる圧電式単安定リレーにおいて、圧電アクチュエータがその変位部に可動接点駆動部をもつ1つの湾曲式圧電アクチュエータであり、ばね機構が、ばね機能をもつ中央脚片と、中央脚片の両側に位置する1対の支持部及び支持部と中央脚片とを一体に接続する接続部からなる反転板と、で構成され、且つ1枚の板材で「山」字形に形成され、反転板には可動接点が備えられ、反転板の支持部は、反転板と一体で形成され且つ反

転板の反転動作を妨げないで反転動作の支点位置を安定させる支点位置安定手段によって保持され、中央脚片の端部が、反転板の支持部の支点位置に押圧がかかるように引張力をかけられた状態で定位置に係止固定され、圧電アクチュエータの接点駆動部がその移動方向を反転板の反転動作方向に合わせられて反転板に接続されている。

【0063】請求項1の発明のコイルばねに替えて、ばね機能を有する中央脚片を反転板と同じ板材から一体に形成しているので、部品点数がより少なくなる。したがって、請求項1の発明と同様、あるいはそれ以上に小型軽量、構造簡単、かつ安価な圧電式単安定リレーを供給することができる（請求項2の発明）。請求項1の発明または請求項2の発明において、前記支点位置安定手段が、反転板の支持部の先端に一体に形成された、支持部に垂直でU字形の板ばね部とその先端に位置する固定部とからなる。このような形状の支点位置安定手段において、U字形の板ばね部は、反転板の回転に対しては剛性が小さく、位置ずれに対しては剛性が大きい。しかも、このような形状の部材は反転板と同じ板材から容易に形成することができる。したがって、この発明による支点位置安定手段は、小型軽量、構造簡単、特性安定、かつ安価な圧電式単安定リレーを供給することに非常に有効である（請求項3の発明）。

【0064】更に、圧電アクチュエータによって作動されるばね機構のスナップアクションで可動接点を移動させて接点を開閉させる圧電式単安定リレーにおいて、圧電アクチュエータがその変位部に可動接点駆動部をもつ1つの湾曲式圧電アクチュエータであり、ばね機構が、左右1対の脚部を備えた「凹」字形の外脚片と外脚片の脚部の端部に接続され且つ外脚片の内側に配置されている「凹」字形の反転板とで「凹」字の線の形状に形成された反転部材と、反転板の左右を一体化している部分に接続され且つ反転板の内側に配置されているコイルばねと、で構成され、反転板には可動接点が備えられ、外脚片の1対の脚部を一体化している接続部が定位置に固定され、コイルばねの他端部が、引張力をかけられた状態で、上記定位置から反転部材をはさんだ反転部材の長さ方向における反対側の定位置に係止固定され、反転板の中間部が反転板の両面に対向して配置されている支点によって保持され、圧電アクチュエータの接点駆動部が、その移動方向を反転板の反転動作方向に合わせられて反転板に接続されている。

【0065】上記「凹」字の線の形状に形成された反転部材は、反転板の中間部を支点としてスナップアクションするので、支点位置は安定しており反転動作を妨げる摩擦力等も非常に小さくなる。加えて、請求項1の発明と同様に、反転部材が1枚の板材から形成できるので部品点数も少なくなる。したがって、請求項1の発明と同様に、圧電アクチュエータの発生力と負荷力との整合性

の悪さを解消することができ、支点位置ずれ及び摩擦力の問題が小さく、小型軽量、構造簡単、特性安定、かつ安価な圧電式単安定リレーを供給することができる（請求項4の発明）。

【0066】また、圧電アクチュエータによって作動されるばね機構のスナップアクションで可動接点を移動させて接点を開閉させる圧電式単安定リレーにおいて、圧電アクチュエータがその変位部に可動接点駆動部をもつ1つの湾曲式圧電アクチュエータであり、ばね機構が、左右1対の脚部を備えた「凹」字形の外脚片と外脚片の脚部の端部に接続され且つ外脚片の内側に配置されている「凹」字形の反転板とで「凹」字の線の形状に形成された反転部材と、反転板の内側に配置され且つ反転板の左右を一体化している部分に接続されているばね機能を有する中央脚片とで構成され、且つ1枚の板材で形成され、反転板には可動接点が備えられ、外脚片の1対の脚部を一体化している接続部が定位置に固定され、中央脚片の端部は、引張力をかけられた状態で、上記定位置から反転部材をはさんだ反転部材の長さ方向における反対側の定位置に係止固定され、反転板の中間部が反転板の両面に対向して配置されている支点によって保持され、圧電アクチュエータの接点駆動部が、その移動方向を反転板の反転動作方向に合わせられて反転板に接続されている。

【0067】請求項4の発明のコイルばねに代えて、ばね機能を有する中央脚片を反転部材と同じ板材から一体に形成しているので、部品点数がより少なくなる。したがって、請求項4の発明と同様、あるいはそれ以上に小型軽量、構造簡単、かつ安価な圧電式単安定リレーを供給することができる（請求項5の発明）。請求項4の発明または請求項5の発明において、外脚片の1対の脚部に、ばね機能が備えられている。コイルばねあるいは中央脚片のばね機能に加えて、外脚片にもばね機能をもたせることによって、反転板の反転動作の支点位置がより定点化する。したがって、特性がより安定な圧電式単安定リレーを供給することができる（請求項6の発明）。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による圧電式単安定リレーの第1の実施例の構成と動作を示し、(a)はOFF状態の構成図、(b)はON状態の構成図

【図2】第1の実施例のスナップアクション部材及びその近傍を示す斜視図

【図3】スナップアクション部材の支点位置安定手段の形状を示す平面図

【図4】スナップアクション部材の内脚片の先端の形状及び保持状態を示し、(a)は先端が丸められている場合の側面図、(b)は尖らされている場合の側面図

【図5】第2の実施例の構成と動作を示し、(a)はOFF状態の構成図、(b)はON状態の構成図

【図6】第2の実施例のスナップアクション部材及びそ

の近傍を示す斜視図

【図7】第3の実施例の構成と動作を示し、(a)はOFF状態の構成図、(b)はその接点駆動部近傍の構成図、(c)はスナップアクション部材が中立点に到達した場合の構成図、(d)はその接点駆動部近傍の構成図、(e)はON状態の構成図、(f)はその接点駆動部近傍の構成図

【図8】第3の実施例及び第4の実施例におけるスナップアクション部材を示し、(a)は第3の実施例のスナップアクション部材の構成図、(b)は第4の実施例のスナップアクション部材の構成図

【図9】第3の実施例及び第5の実施例における接点駆動部と反転板部との接続構造を示し、(a)は第3の実施例における反転板部と接点駆動部との接続構造を示す構成図、(b)は第5の実施例における反転板部と接点駆動部との接続構造を示す構成図

【図10】第3の実施例における可動接点位置と力の関係を示す線図

【図11】実施例における別のスナップアクション部材の一部を示し、(a)は第6の実施例の反転板部の構成図、(b)は第7の実施例の反転板部の構成図

【図12】第6の実施例の効果を説明するための図で、(a)は第3の実施例におけるON状態の要部構成図、(b)は第6の実施例におけるON状態の要部構成図

【図13】第6の実施例における可動接点位置と力の関係を示し、(a)は固定接点位置を一定とした場合の線図、(b)は反転板停止位置を一定とした場合の線図

【図14】第8の実施例の構成と動作を示し、(a)はOFF状態の構成図、(b)はON状態の構成図

【図15】第8の実施例のスナップアクション部材の構成図

【図16】従来技術による圧電式単安定リレーの1例を示す構成図

【図17】従来の圧電式単安定リレーの可動接点位置と力の関係を示す線図

【図18】従来技術によるラッチ型リレーの1例の構造を示す斜視図

【図19】従来のラッチ型リレーの動作を示し、(a)は第1の固定接点41から第2の固定接点42に切り換える動作を示す平面図、(b)はその逆の動作を示す平面図

【図20】湾曲式圧電アクチュエータの必要発生力が支

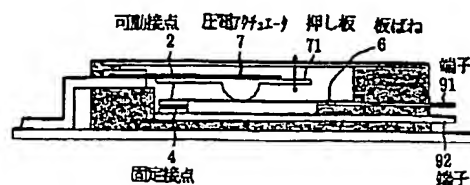
点の位置ずれによって増加する状況を示した線図

【図21】湾曲式圧電アクチュエータの必要発生力が摩擦力によって増加する状況を示した線図

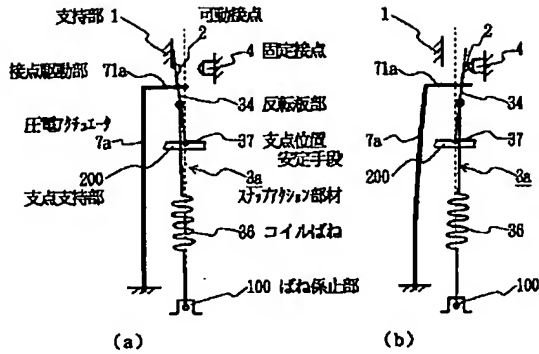
【符号の説明】

- | | |
|------------------------------------|--------------|
| 1 支持部 | |
| 2, 20 可動接点 | |
| 3 スナップアクション部材 | |
| 31 反転部材 | |
| 311 回転支持部 | 312 飛部材 |
| 32 ラッチばね | 33 アーム部 |
| 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f スナップアクション部材 | |
| 34, 34a, 34b, 34c, 34d, 34e 反転板部 | |
| 341 駆動力受カピン | |
| 342 342a, 342b 内脚片 | |
| 343 丸孔 | 344 窓 |
| 345 接点保持片 | 346 分離溝 |
| 35 中央脚片 | 351 係止孔 |
| 36 コイルばね | 361, 362 係止部 |
| 37 支点位置安定手段 | 371 保持部 |
| 372 U字形部 | 373 接続部 |
| 3g スナップアクション部材 | |
| 34g 反転板部 | 347 支点位置 |
| 35a 中央脚片 | 352 取付孔 |
| 38 外脚片 | 382 取付孔 |
| 4 固定接点 | |
| 41 第1の固定接点 | 42 第2の固定接点 |
| 6 板ばね | |
| 7, 7a 圧電アクチュエータ | |
| 71 押し板 | |
| 71a, 71b, 71c 接点駆動部 | |
| 711 窓 | 712 細軸部 |
| 81 第1の圧電素子 | 82 第2の圧電素子 |
| 83, 84 力伝達部材 | |
| 91, 92 端子 | |
| 100 ばね係止部 | |
| 200 支点支持部 | |
| 201 V溝 | |
| 300 外脚片固定部 | |
| 400 中央脚片固定部 | |
| 500 支点 | |

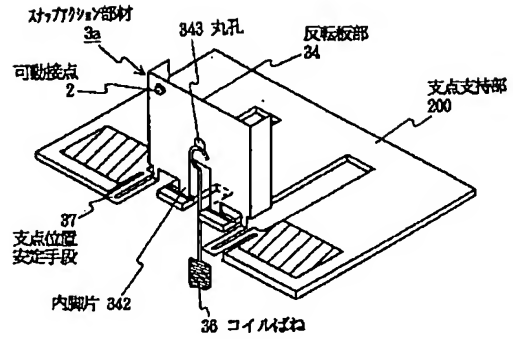
【図16】



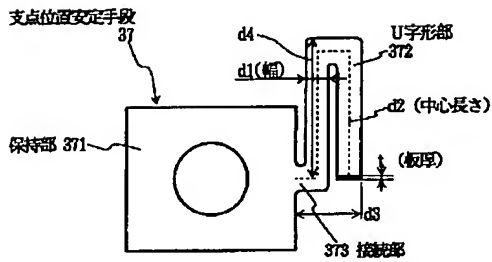
【図1】



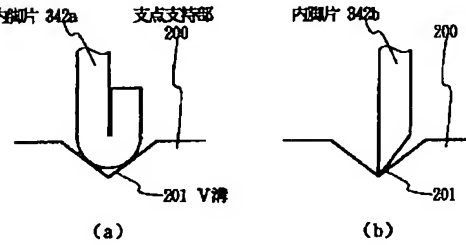
【図2】



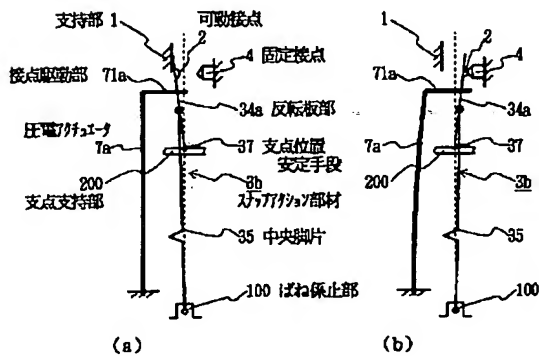
【図3】



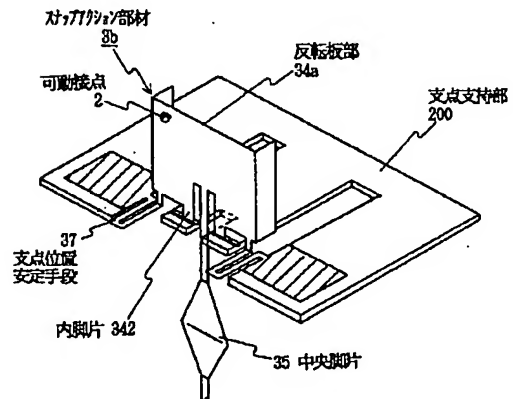
【図4】



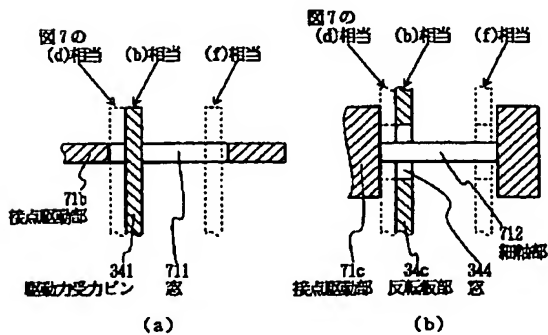
【図5】



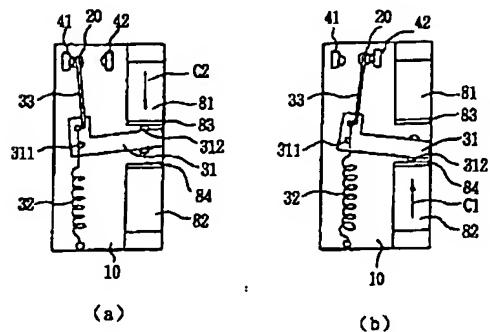
【図6】



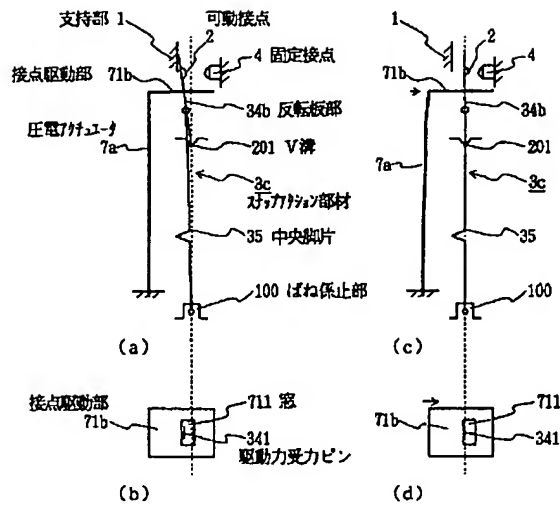
【図9】



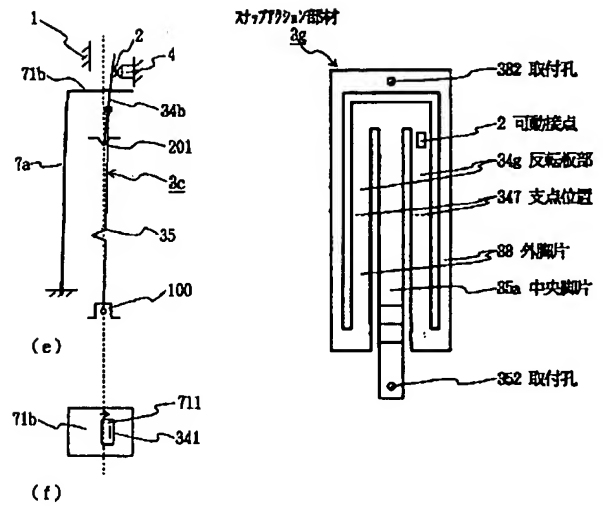
【図19】



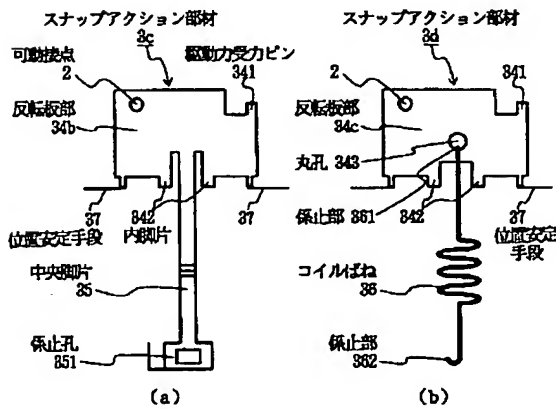
【図7】



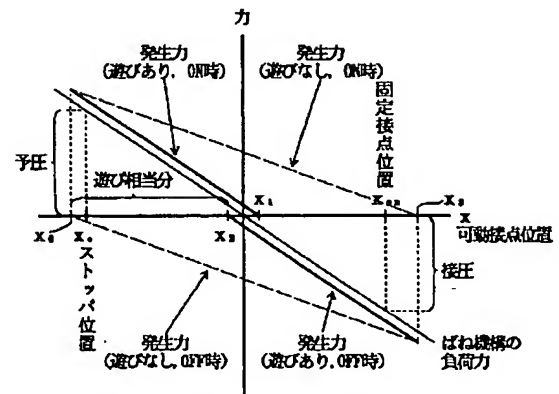
【図15】



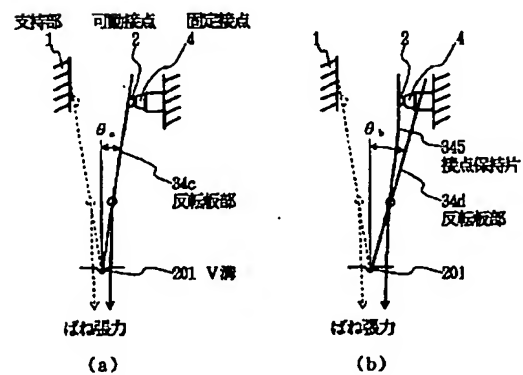
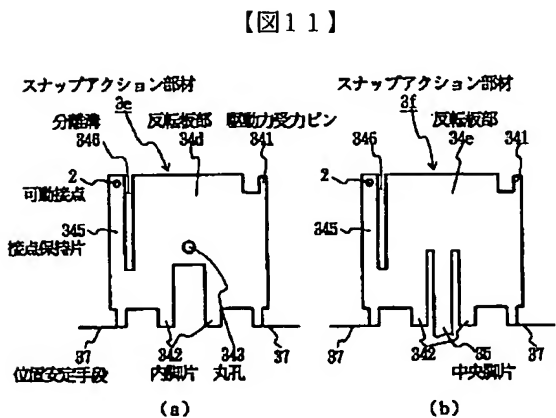
【図8】



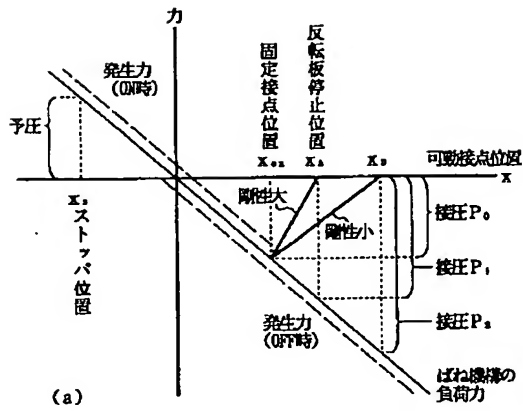
【図10】



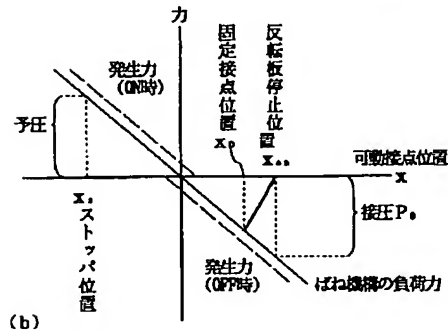
【図12】



【図13】

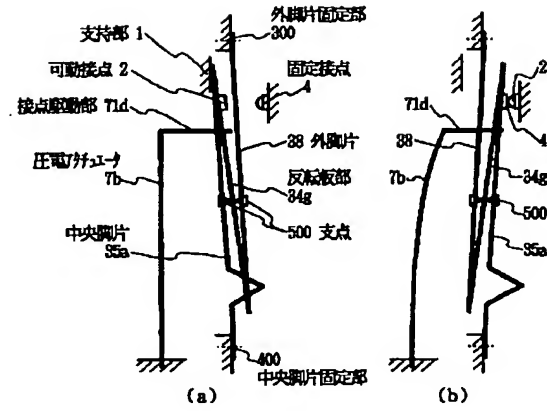


(a)



(b)

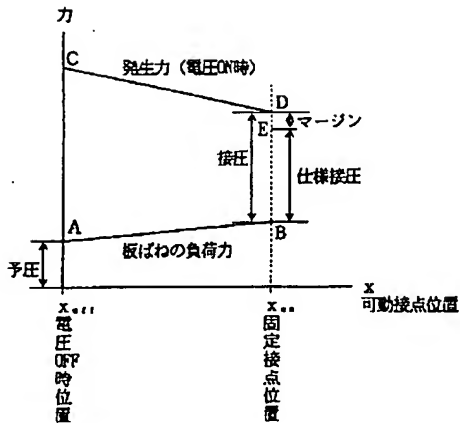
【図14】



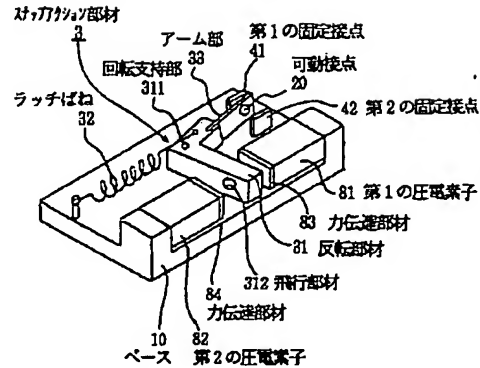
(a)

(b)

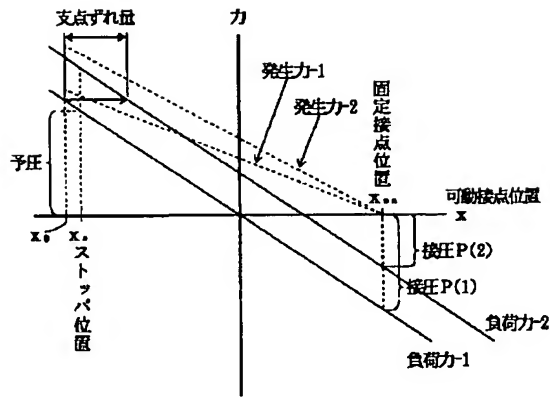
【図17】



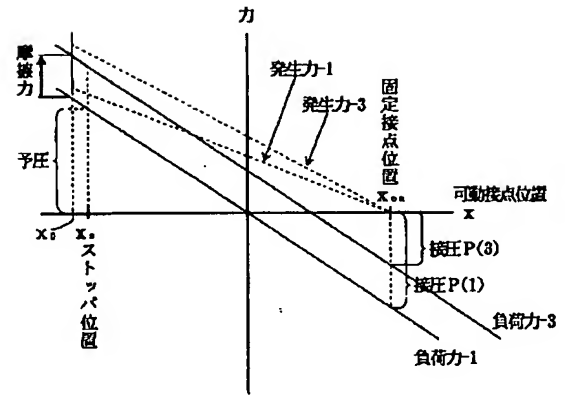
【図18】



【図20】



【図21】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.